

# PV005 Služby počítačových sítí

Technologie budovy FI

---

Mgr. Tomáš Szaniszlo

18. októbra 2023

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

# Budova

- pôvodná budova z prelomu 70./80. rokov
- sídlom FI a ÚVT od 1996
- rekonštrukcia posluchárni D v 2002–2003 ([galéria](#))
- rozšírenie do Gotexu (Šumavská 15) v 2010–2014
- demolácia starej budovy A v 2012 ([galéria](#))
- výstavba nových budov A a S v 2012–2014 ([timelapse](#))
- odťahovanie ÚVT v 2020
- rekonštrukcia C3 v 2023



Plán: rekonštrukcia D a stavebné úpravy krčkov B/D a C/D.

- akademická časť
- 5 poschodí
- kancelárie, laboratóriá, učebne, prednáškové miestnosti, počítačové sály, technické zázemie
- CERIT-SC (Center for Education, Research and Innovation in ICT in Brno, Scientific Cloud)
- podzemná garáž pod budovami A, S a parkom
- [virtuálna prehliadka](#)

- CERIT SP (Science Park)
- komerčná časť pre firmy
- 7 poschodí
- momentálne 13 firiem
- priestory pre menšie alebo väčšie firmy, open space
- súčasní nájomníci: Comprimato Systems, Red Hat, Kentico, Lexical Computing, ...
- laboratórium na rohu budovy – [Kybernetický polygon](#) :), CSIRT, bezpečnostné cvičenia

## Oblasti záujmu prednášky

- silnoprád
- počítačové sály
- chladenie
- meranie a regulácia (MaR), Building Management System (BMS)
- elektrická požiarne signalizácia (EPS)
- elektronický zabezpečovací systém (EVS)
- sieťová infraštruktúra a Wi-Fi
- učebne a laboratóriá

Vid' i [Rozcestník o technológiách](#) v Technických informáciách

- základ systému
- navrhovaný redundantne
- 2 VN prípojky od E.ONu (22 kV)
- 3 VN transformátory 1600 kVA
- dynamická UPS
- rozvážacie polia
- Static transfer switch (STS)
- NN rozvádzače
- 400 V trojfázové alebo 230 V jednofázové napájanie

<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/rozvodna-it.html>

[https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/51467404](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/51467404)

Elektrické spotreby sú delené podľa dôležitosti:

- **EPS** – spotreby požiarnej signalizácie
- **VDO** – počítačové sály, slaboprúdové miestnosti „stúpačky“
- **DO** – laboratória, učebne, vybrané kancelárie a miestnosti
- **MDO** – ostatné spotreby

V prípade požiarneho zásahu možnosť vypnutia elektrických spotrieb STOP tlačítkami.





## Uninterruptible Power Supply

*Podľa zdroja energie:* static (akumulátorové batérie), **dynamic/rotary** (masívny zotrvačník).

*Podľa kvality ochrany:* **offline**, line-interactive, online.

V budove je umiestnená DUPS. Súčasti:

- masívny zotrvačník
- statoalternátor
- motor
- pomocné systémy
- nádrž na naftu
- chladenie: nádychová a výdychová miestnosť

<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/dups.html>

[https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/47603979](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/47603979)



Virtuálna prehliadka

## EURO-DIESEL (dnes mtu) NO-BREAK KS5 1250kVA

- dimenzovaná záťaž 1200 kVA
- rozmery  $7 \times 2 \times 2$  m
- hmotnosť 23 t
- rotačná rýchlosť  $1500 \text{ min}^{-1}$
- lodný motor Mitsubishi – objem 49 l
- antivibračné uloženie
- nádrž na naftu –  $1 \text{ m}^3$  paliva, kapacita  $2,5 \text{ m}^3$
- dodávanie energie 10 hodín
- chladenie – prietok vzduchu až  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Stránky výrobcu: [DUPS od PRONIXu](#)

[Animácia fungovania DUPS](#)

## DUPS A

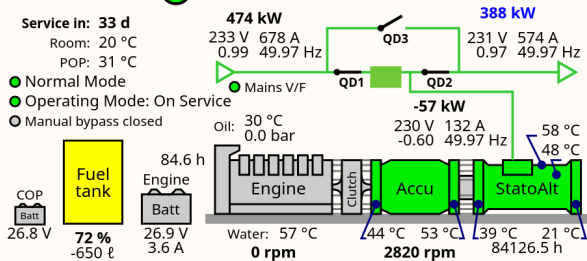
● System OK

Service in: **33 d**

Room: 20 °C

POP: 31 °C

- Normal Mode
- Operating Mode: On Service
- Manual bypass closed





Inform STS 4NNN / 4P (NNN = 250 alebo 400)

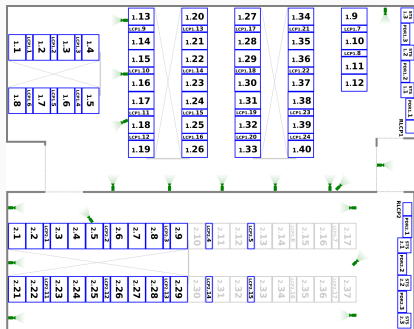
- výkonové prepínanie medzi NN napájacími vetvami
- elektronické, nie mechanické
- reakčná doba 4 ms (všeobecnejší druh ATS = Automatic TS je pomalší)
- pre počítačové sály a od 2020 i pre budovu
- 3x 250 A, 3x 400 A

Stránky výrobcu: [STS od Informu](#)

- **sála FI v A5** – servery fakulty, ISu a laboratórií
- **sála CERIT v A5** – superpočítače CERIT-SC
- **serverovňa B103** – servery fakulty a ISu
- **serverovňa SP v S0** – servery CERIT SP

Sála FI: 111 m<sup>2</sup>, 18 (34) rackov, max. spotreba 250 kW

Sála CERIT: 147 m<sup>2</sup>, 40 (40) rackov, max. spotreba 450 kW



<https://www.fi.muni.cz/~kas/datacentrum/>

[https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/50761614](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/50761614)





Čo nájdete na sálach:

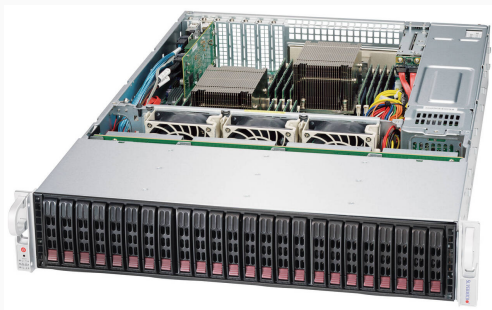
- dvojitá podlaha
- káblové žľaby: napájanie, optika, metalika
- trojfázové napájacie zásuvky, PDU v rackoch
- hasiaci systém
- hygienická výmena vzduchu
- kamery, EZS



Čo nájdete v rackoch: servery, switche, diskové polia, PDU (i inteligentné), patch panely, teplomery, ...

# Počítačové sály

- rackové prevedenie, zvyčajne 1–4 U (1 U = 44,5 mm)
- umiestnené v štandardných 42 U a 19" (48,26 cm) rackoch
- väčšina s redundantnými napájacími zdrojmi
- väčšia časť umožňuje vzdialenú správu (IPMI, iLO, atď.)





<https://wiki.eth0.nl/index.php/LackRack>

Servery FI (viac v neskoršej prednáške):

- Odysseus (FTP zrkadlo)
- Thetis (Fakultní administrativa)
- Pyrrha (študentské DB, server NTP, centrálné logovanie)
- Aisa (web, maily, študentský server)
- Anxur (maily, HOME a data)
- Stratus.FI (virtualizácia)

Servery ISu:

- DB server, úložiskový server, backend a frontend servery

Servery laboratórií:

- NLP ([Internetová jazyková príručka](#))



- CERIT Scientific Cloud
- superpočítačový klaster, dátové úložisko
- 7000+ CPU jadier
- 10+ PB úložného priestoru
- súčasť NGI/EGI (National/European Grid Infrastructure), ELIXIR (európska infraštruktúra zameraná biologické informácie)
- MetaCentrum
- výpočtové prostriedky pre vedecké skupiny
- modely kvality vzduchu, transport proteínov, predikcia výroby v elektrickej sieti ČR

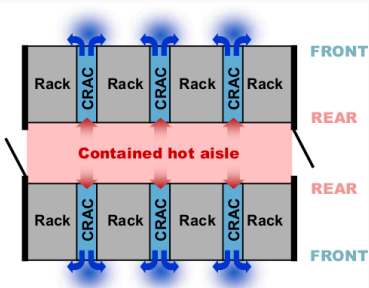
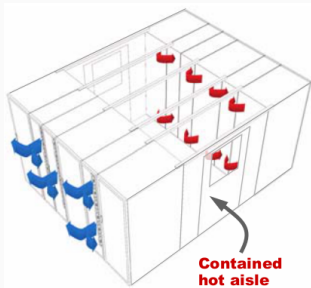
- **kritická** súčasť technického zázemia počítačových sál
- serverovne dimenzované na príkon 700 kW, jeden rack na 10,5 kW
- nutný odvod stratového tepla
- niekoľko chladiacich okruhov a režimov
- technológia chladienia pomocou uzavretej teplej uličky
- redundantné riešenie

## Súčasti:

- medzirackové chladiace jednotky (LCP)
- akumulčná nádrž s chladiacou zmesou
- výrobníky chladu
- suché chladiče

# Chladenie

- uzavretý priestor s teplým vzduchom medzi dvomi radmi rackov
- efektívnosť chladenia
- medzi rackmi sú pravidelne vsunuté LCP – cirkulácia a ochladzovanie vzduchu (row-oriented cooling)
- dimenzované na 18–25 °C v okolí (používame 25 °C)





# Chladenie



- výmena tepla – vzduch v počítačovej sále, chladivo zo strojovne chladenia
- maximálny chladiaci výkon LCP je 27 kW, príkon 2 kW
- 34 (38) jednotiek
- redundancia
- chladivo privádzané/odvádzané potrubiami pod podlahou
- regulácia výkonu

Stránky výrobcu: [LCP od Rittal](#)



Chladiaca zmes:

- voda a etylénglykol
- v systéme prítomných cca 9 m<sup>3</sup> zmesi

Okruhy chladienia:

- primárny – teplotný spád 15/21 °C (používame cca 21/23 °C)
- sekundárny – teplotný spád 42/47 °C

Suché chladiče

- 2 (3) kusy, strecha budovy A
- chladiaci výkon 580 kW, príkon 14,5 kW

Chladiace jednotky

- 2 (3) kusy, strojovňa chladienia v A5
- chladiaci výkon 466 kW, príkon 125 kW



Virtuálna prehliadka



Stránky výrobcu: [suché chladiče CIATu](#)

- freecooling
- čiastočné strojové chladenie
- plné strojové chladenie

PC: Wednesday ... 18.10.23 ... 13:09:20  
 PLC: 18. 10. 2023 ... 12 : 9

## Technické chladienie

Sever: 13,5 °C  
 Jih: 13,8 °C  
 Vypocer: 13,6 °C

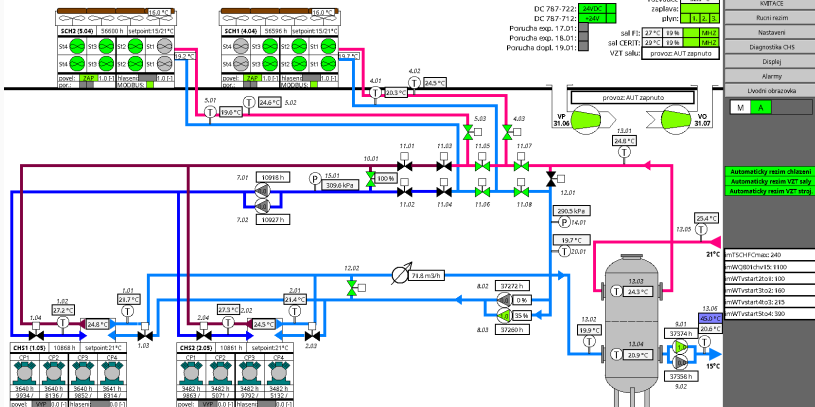


pozadavek: AUT freecooling 2

provov: freecooling 2

strojovna: 27,8 °C  
 rozvadec: 32,3 °C  
 zaplavac: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 plvny: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 s81 FI: 27 °C 19 % 18-12  
 s81 CERIT: 22 °C 19 % 18-12  
 VZT saku: provov: AUT zapnuto

DC 787-722: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 DC 787-712: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Porucha exp. 17.01:  
 Porucha exp. 18.01:  
 Porucha dopl. 19.01:



Príhľad / Odhľad
KOMACE
Buoni nam
Nastaveni
Diagnostika CHS
Display
Alarmy
Uvodni obrazovka
M A

Automaticky rezim (chladenie)  
 Automaticky rezim VZT saku  
 Automaticky rezim VZT stroj

mTSCHCmac 240
mW2024chv15: 1100
mWVstart240: 100
mWVstart302: 160
mWVstart403: 215
mWVstart504: 300



- Power usage effectiveness (PUE)
- réžia chladienia, napájania, ...
- za rok 2016 PUE *chladienia*: 1,19

[https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/datacentrum\\_pue](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/datacentrum_pue)

[https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/datacentrum\\_pue2](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/datacentrum_pue2)

- množstvo systémov v budove
- nutnosť koordinácie, kontroly a riadenia
- koncept inteligentnej budovy
- „meranie stavu systémov a regulácia ich nastavenia“
- nadstavba – **Building Management System (BMS)**
- centrálny monitoring, kontrola a riadenie
- vizualizácia systému, komplexné úkony



Stránky výrobcu: [PLC od WAGO](#)

Vzdialený prístup k zariadeniam realizovaný rôznymi protokolmi a v oddelenej sieti:

**Modbus** (RS485), RTU2TCP → IP (Ethernet)

- DUPS, riadenie chladenia
- jednoduchý protokol

**M-Bus**, dvojlinka

- elektromery
- impulzná signalizácia

**BACnet** – varianty MS/TP (RS485), UDP (Ethernet)

- chladenie, **MaR kontroléry**
- komplexný protokol ISO/OSI 16484-6:2005

## SNMP – UDP (Ethernet)

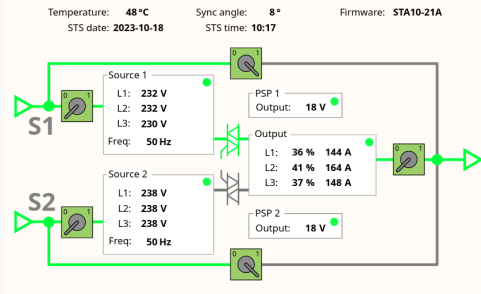
- štandardný protokol na monitoring siete a zariadení
- LCP

## HTTP(S)

- vizualizácia, správa, manipulácia
- LCP, VZT, chladenie, DUPS

# Meranie a regulácia

- zber dát a monitoring – Nagios, MRTG
- technické vizualizácie, aplikácie vo Fakultnej administratíve





Systém pre potreby recepcie a správy budov.

Dva virtuálne servery:

- prehľadový server
  - postavený na technológii Enteliweb
  - zber údajov zo siete BACnetu (cca 180 uzlov; cca 20 s IP)
  - obrazovky pre technológie/podlažia
- archivačný server
  - postavený na technológii Historian
  - úschova historických dát (Trend Log)

# Meranie a regulácia

	2023-10-18		FI										13:13:04.00			
Lokalita	FI															
Objekt	A	S	B	C	D											

FI	EPS					
	A(A1)	S(A2)	B	C	D	
	STR				EPS	
Přehled					CCTV	
Průběh	7NP		EPS			
			CCTV			
	6NP		EPS			
			CCTV			
	5NP	EPS	EPS	EPS	EPS	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	
	4NP	EPS	EPS	EPS	EPS	
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	
	3NP	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	CCTV
	2NP	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	CCTV
	1NP	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	CCTV
	1PP	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS
		CCTV	CCTV	CCTV	CCTV	CCTV

**Výtahy**      Datacenterum SHZ

Napájení rozvaděčů

RAA101:	OK
RAA101A:	OK
RAA102:	OK
RAA111:	OK
RAA131:	OK
RAA151:	OK
RAA161:	OK
RAA201:	OK
RAA281:	OK

Vyhřívané plochy:

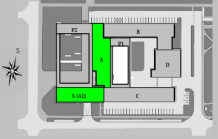
Vjezdová rampa:      Schody na dvůr:

Porucha:      OK      OK

Chod:      Vypnuto      Vypnuto

1372 h      1987 h



The diagram shows a floor plan with a central corridor and several rooms. Zones A, B, C, and D are marked with green boxes. A compass rose indicates the orientation, with 'S' pointing towards the top-left.



# Elektrická požiarňa signalizácia (EPS)

Monitoring budovy, hasenie (SHZ), signalizácia a opatrenia proti šíreniu požiaru. Nezávislý systém, ale v prípade potreby reguluje iné systémy – požiarne klapky, SHZ, VZT, silnoprúd.

## Špecifický systém pre počítačové sály

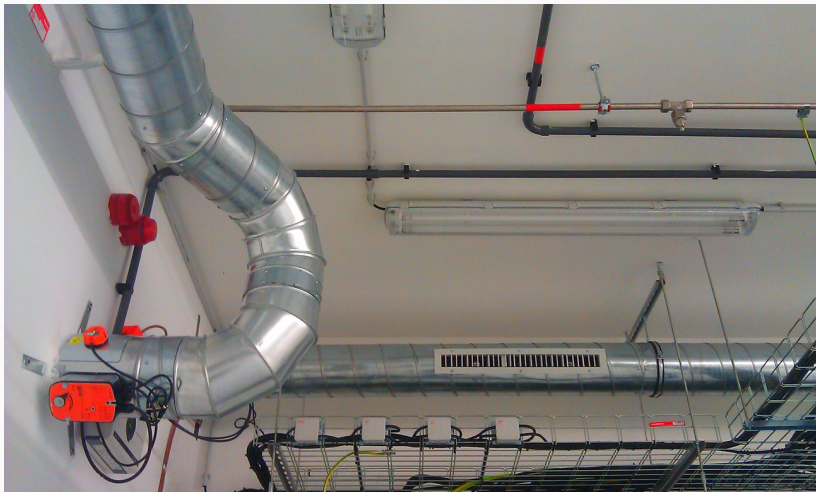
Detekcia požiaru

- laserová detekcia dymu
- tepelné poistky SHZ
- požiarň hlásič

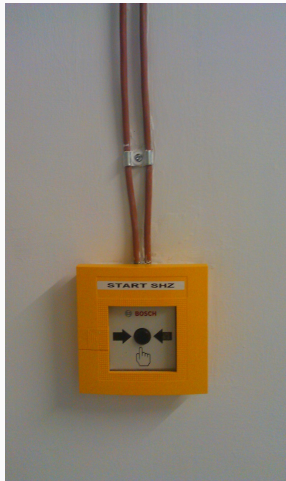
Strojovňa hasenia

- nádrž s niekoľko m<sup>3</sup> hasiacej vody
- vysokotlakové čerpadlá
- hasenie vysokotlakovou hmlou (100–150 barov)

# Elektrická požiarňa signalizácia (EPS)



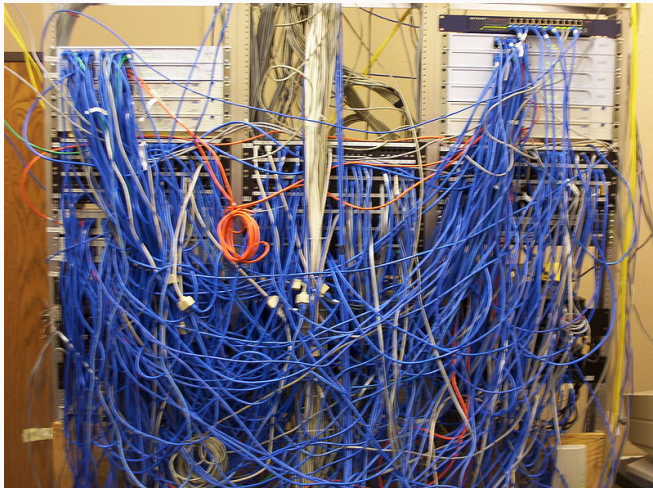
# Elektrická požiarňa signalizácia (EPS)



V širšom poňatí zahŕňa:

- **zabezpečovací systém** – ústredne Galaxy, senzory narušenia (PIR, MG, trieštenie skla, plášťová ochrana)
- **kamerový systém** – 160 IP kamier (vonkajšie a vnútorné), kamerový server na ukladanie záznamu
- **kartičkové elektronické zámky** – ústredne [Duha System](#), prístup riadený ISom (viď [zoznam vašich prístupov](#))

# Sieťová infraštruktúra a Wi-Fi



## Sieťová infraštruktúra a Wi-Fi

- 10 GbE upstream konektivita od ÚVT
- centrum siete v DC FI
- fyzická topológia hviezda
- hlavné chrbtové spojenia siete FI – 10 GbE optika, niekde i 40 GbE
- štruktúrovaná kabeláž Cat 6A
- 1 GbE switche a zásuvky v miestnostiach (prakticky všetky 1 GbE)
- 10 GbE optické/metalické switche a zásuvky v serverovniach
- 100 switchov, 6 centrálnych switchov s dohromady 280 10 GbE portami a 10 40 GbE portami

- fakultný router a firewall – redundantný, x86-64, Linux
- väčšinou verejné IP adresy, 802.1X
- IPv4 a IPv6 konektivita
- DNS, NAT, IPS

# Sieťová infraštruktúra a Wi-Fi





# Sietová infraštruktúra a Wi-Fi



## UniFi:

- založené na OpenWrt – unixové prostredie
- PoE+ napájanie, systém na správu WiFi (kontrolér)
- podpora 802.11g/n/ac (Wi-Fi 5) a pásiem 2,4 a 5 GHz
- 90 access pointov
- [blogpost predstavujúci AP](#)
- <https://unifi-hd.ui.com/>

## Čiastočne RouterBOARD:

- riešenie postavené na RouterBOARD a OpenWrt – unixové prostredie
- PoE napájanie, PXE boot, IPv6-only režim\*
- podpora 802.11g/n (Wi-Fi 4) a pásiem 2,4 a 5 GHz
- 40 access pointov

## Rozvrhové panely

- v budove A a jeden pre D (pôvodné používané i v UKB)
- riadiaci systém Raspberry Pi, napájanie cez PoE
- prehliadač (SVG, JS)
- [bakalárska práca](#)

## Kybernetický polygon

- Full HD stereoskopická projekcia
- dotyková displejová stena 3x5 4K displejov 46" (19200x6480)

## HCI

- Full HD stereoskopická projekcia
- motion capture systém



- aktuálne informácie z diania a činností CVT FI:
  - pravidelný mesačný prehľad noviniek
  - ako sme boli bez napájania
  - ako neťažiť kryptomeny na Aise
  - technológie datacentra
  - timelapse video výstavby FI
- [https://is.muni.cz/auth/blog/cvt\\_fi/](https://is.muni.cz/auth/blog/cvt_fi/)
- [https://is.muni.cz/blog/cvt\\_fi/](https://is.muni.cz/blog/cvt_fi/)
- nástenka pri vstupe do PC haly
- sledovanie príspevkov, zasielanie príspevkov mailom

Ďakujem za pozornosť. Otázky?

Ďakujem RNDr. Janovi 'Yenyovi' Kasprzakovi, PhD. a RNDr. Vítovi Rusňákovi za poskytnuté informácie a niektoré fotografie.

## Zdroje obrázkov:

- [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_DBOY-7EDLE8\\_EN](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_DBOY-7EDLE8_EN)
- <https://www.em.muni.cz/udalosti/3090-na-fakulte-informatiky-zacala-demolice-celni-budovy>
- [https://static.bhphoto.com/images/images2500x2500/1487271932\\_1302694.jpg](https://static.bhphoto.com/images/images2500x2500/1487271932_1302694.jpg)
- a nejaké ďalšie, ktoré zožral link rot...